

CERTIFICATE OF HAND DELIVERY

I hereby certify that this correspondence is being hand filed with the United States Patent and Trademark Office in Washington, D.C. on March 26, 2004.


Ayisha M. Roberts

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of:

Shuichi HIRUKAWA et al.

Serial No.: Not Yet Assigned

Filing Date: March 26, 2004

For: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE
AND METHOD OF PRODUCING THE
SAME, AND OPTICAL DISC UNIT

Examiner: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Not Yet Assigned

SUBMISSION OF CERTIFIED FOREIGN PRIORITY DOCUMENT

U.S. Patent and Trademark Office
2011 South Clark Place
Customer Window, Mail Stop Applications
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03
Arlington, VA 22202

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing of Japanese patent application No. 2003-085112, filed March 26, 2003.

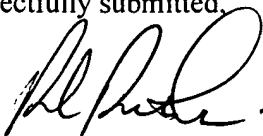
The certified priority document is attached to perfect Applicants' claim for priority.

It is respectfully requested that the receipt of the certified copy attached hereto be acknowledged in this application.

In the event that the transmittal letter is separated from this document and the Patent and Trademark Office determines that an extension and/or other relief is required, applicants petition for any required relief including extensions of time and authorize the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to **Deposit Account No. 03-1952** referencing **204552032700**.

Dated: March 26, 2004

Respectfully submitted,

By: 
Barry E. Bretschneider
Registration No. 28,055

Morrison & Foerster LLP
1650 Tysons Boulevard, Suite 300
McLean, Virginia 22102
Telephone: (703) 760-7743
Facsimile: (703) 760-7777

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 5 1 1 2
Application Number:

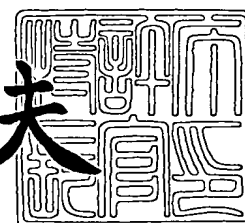
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 8 5 1 1 2]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 184498

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/00

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 蛭川 秀一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 河西 秀典

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 山本 圭

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100062144

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086405

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100084146

【弁理士】

【氏名又は名称】 山崎 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208766

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置およびその製造方法および光ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 GaAs 基板上に、下ガイド層、InGaAsP からなる一層または複数層の井戸層および複数のバリア層を有する量子井戸活性層、上ガイド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、

発振波長が 760 nm より大きく 800 nm より小さく、上記量子井戸活性層と上記上ガイド層との間または上記量子井戸活性層と上記下ガイド層との間の少なくとも一方に界面保護層が設けられていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の半導体レーザ装置において、上記界面保護層が GaAs からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の半導体レーザ装置において、上記界面保護層の層厚が 30 Å 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の半導体レーザ装置において、上記上ガイド層および上記下ガイド層が AlGaAs からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の半導体レーザ装置において、上記上ガイド層および上記下ガイド層の Al 混晶比が 0.2 より大きいことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記井戸層が圧縮歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の半導体レーザ装置において、上記圧縮歪の量が 3.5 % 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記バリア層が引張歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の半導体レーザ装置において、
上記引張歪の量が 3.5 % 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 10】 GaAs 基板上に、少なくとも AlGaAs からなる下ガイド層、InGaAsP からなる一層または複数層の井戸層および複数のバリア層を有する量子井戸活性層、AlGaAs からなる上ガイド層を有する半導体レーザ装置の製造方法において、

第 1 の成長温度にて上記下ガイド層および GaAs からなる下界面保護層を結晶成長させる第 1 の工程と、

上記第 1 の工程の後、成長を中断し第 2 の成長温度まで成長温度を下降させる第 2 の工程と、

上記第 2 の工程の後、成長を再開して上記量子井戸活性層と GaAs からなる上界面保護層とを順次成長させる第 3 の工程と、

上記第 3 の工程の後、成長を中断し成長温度をほぼ上記第 1 の成長温度まで上昇させる第 4 の工程と、

上記第 4 の工程の後、成長を再開して上記界面保護層上に上記上ガイド層を成長させる第 5 の工程と、を含むことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置を用いていることを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザ装置および光ディスク装置に関するものであり、特に高出力・高信頼性を実現できる半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体レーザ装置は光通信装置や光記録装置などに用いられるが、近年、その高速化・大容量化といったニーズが高まってきており、それに応えるために半導体レーザ装置の様々な特性を向上させるための研究開発が進められている。

【0003】

その中で、従来CDやCD-R/RWといった光ディスク装置に用いられる780nm帯の半導体レーザ装置は、AlGaAs系の材料により作製されている。CD-R/RWにおいても高速書き込みに対する要求は益々高まってきているため、これに対応するために半導体レーザ装置の高出力化が要求されている。

【0004】

従来のAlGaAs系半導体レーザ装置としては、図12に示すものがある(例えば、特許文献1参照)。このAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を簡単に説明する。図12に示すように、n-GaAs基板501上に、n-GaAsバッファ層502、n-Al_{0.5}Ga_{0.5}As下クラッド層503、Al_{0.35}Ga_{0.65}As下ガイド層504、Al_{0.12}Ga_{0.88}As井戸層(層厚80Å、2層)とAl_{0.35}Ga_{0.65}As障壁層(層厚50Å、3層)を交互に配置してなる多重量子井戸活性層505、Al_{0.35}Ga_{0.65}As上ガイド層506、p-Al_{0.5}Ga_{0.5}As第1上クラッド層507、p-GaAsエッチストップ層508が順次積層されており、さらに上記エッチストップ層508上に、メサストライプ状のp-Al_{0.5}Ga_{0.5}As第2上クラッド層509、その上部に庇状のp-GaAsキャップ層510が形成されている。また、上記第2上クラッド層509両側には、n-Al_{0.7}Ga_{0.3}As第1電流ブロック層511およびn-GaAs第2電流ブロック層512が積層されて、上記メサストライプ以外の領域が電流狭窄部となっている。また、上記第2電流ブロック層513上にp-GaAs平坦化層513が設けられ、更に全面にp-GaAsコンタクト層514が積層されている。

【0005】

この半導体レーザ装置のしきい値電流はおよそ35mAであり、COD(光学損傷:Catastrophic Optical Damage)レベルがおよそ160mW程度となっている。

【0006】

【特許文献1】

特開平11-274644号公報(段落0053、図1)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記 AlGaAs 系の材料を用いた半導体レーザ装置では、活性な Al の影響により、高出力駆動時にレーザ光出射端面において COD (光学損傷) による端面破壊が起こりやすく、最高光出力も 160 mW 程度でしかなかった。この COD による端面破壊は、以下のようなメカニズムによって生じていると考えられている。共振器端面においては、Al が容易に酸化されるためにそれにより表面準位が形成される。活性層に注入されたキャリアはこの準位を介して緩和し、そのときに熱を放出するため、局所的に温度が上昇する。この温度上昇によって端面近傍の活性層のバンドギャップが縮小し、レーザ光が端面近傍の活性層で吸収され発生したキャリアが、また表面準位を介して緩和し発熱する。このような正帰還を繰り返すことにより最終的に端面が溶融して発振停止に至ると考えられている。従来の半導体レーザ装置では、活性領域に Al が含まれているため、端面破壊が大きな問題となる。

【0008】

そこで、本発明者は、活性領域に Al を含まない (Al フリー) 材料である InGaAsP 系による高出力半導体レーザ装置の研究を進めている。もともとこの Al を含まない材料系は、同じバンドギャップのエネルギー (E_g) であっても、コンダクションバンド (伝導帯) 下端のエネルギー準位 (E_c) とバレンスバンド (価電子帯) 上端のエネルギー準位 (E_v) の値が変わってくる。特に格子定数が GaAs 基板に近い組成の場合、 E_g はバレンスバンド側に広がってくる。よって、井戸層およびバリア層に InGaAsP 系の材料を用いたとき、両層の間のバンドギャップエネルギー差 (ΔE_g) を大きな値に設定しても、 E_v の差 ($|\Delta E_v|$) ばかりが大きくなり、 E_c の差 ($|\Delta E_c|$) は、AlGaAs 系の半導体レーザ装置ほどに大きさを確保できない。そのため、井戸層およびバリア層からなる活性領域の外側には、十分な ΔE_c を確保し、電子のオーバーフローを防げるように、AlGaAs 系の材料の層が必要となるが、量子井戸活性層との材料系の違いに起因すると考えられる結晶の劣化を抑える必要もある。

【0009】

そこで、本発明の目的は、高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびその半導体レーザ装置を用いた光ディスク装置を提供しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る半導体レーザ装置は、GaAs基板上に、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数のバリア層を有する量子井戸活性層、上ガイド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、上記量子井戸活性層と上記上ガイド層との間、または上記量子井戸活性層と上記下ガイド層との間の少なくとも一方に界面保護層が設けられていることにより、上記量子井戸活性層と上記上ガイド層あるいは上記下ガイド層もしくはその両方の界面が急峻になるとともに、結晶のエピタキシー成長が良好になるため、GaAs基板上の高出力半導体レーザ装置(特にCD-R/RW用780nm帯高出力半導体レーザ装置)の高出力駆動時において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を実現することができる。

【0011】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記界面保護層がGaAsからなることにより、上記GaAs基板上に安定した薄い半導体層を積層することができ、良好に切り替わる界面を作成できるので、高出力駆動時の信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を得ることができる。

【0012】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記界面保護層の層厚が30Å以内であることにより、760nmより大きく800nmより小さい発振波長のレーザ光を吸収しにくいため、半導体レーザ装置の特性を損ねることなく、良好に切り替わる界面を作成できるので、高出力駆動時の信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を得ることができる。

【0013】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層および下ガイド層がAlG

a A s からなることにより、発光再結合のおこる井戸層に A l G a A s を隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリアのオーバーフローは A l G a A s のコンダクションバンド(伝導帯)下端のエネルギー準位(E_c)、バレンスバンド(価電子帯)上端のエネルギー準位(E_v)により十分に抑制できるので、信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。また、上記界面保護層が上記量子井戸活性層と上記ガイド層との間にあり、上記ガイド層内を構成する A l G a A s と上記量子井戸活性層とを接しないようにすることができ、より上記井戸層と A l G a A s の距離を保てるので、上記と同様の効果を得ることができる。

【0014】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層および下ガイド層を構成する A l G a A s の A l 混晶比が 0.2 より大きいことから、より好適に上記効果が得られる。

【0015】

一実施形態の半導体レーザ装置は、G a A s 基板上的 I n G a A s P からなる圧縮歪を有する量子井戸活性層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に 780 nm 帯において信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0016】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記圧縮歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0017】

一実施形態の半導体レーザ装置は、I n G a A s P からなる引張歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているので、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0018】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記引張歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0019】

また、本発明に係る半導体レーザ装置の製造方法は、GaAs 基板上に、少なくとも AlGaAs からなる下ガイド層、GaAs からなる下界面保護層、InGaAsP からなる一層または複数層の井戸層および複数のバリア層を有する量子井戸活性層、GaAs からなる上界面保護層、AlGaAs からなる上ガイド層を有する半導体レーザ装置の製造方法において、第1の成長温度にて上記下ガイド層およびGaAs からなる下界面保護層を結晶成長させる第1の工程と、上記第1の工程の後、成長を中断し第2の成長温度まで成長温度を下降させる第2の工程と、上記第2の工程の後、成長を再開して上記量子井戸活性層とGaAs からなる上界面保護層とを順次成長させる第3の工程と、上記第3の工程の後、成長を中断し成長温度をほぼ上記第1の成長温度まで上昇させる第4の工程と、上記第4の工程の後、成長を再開して上記界面保護層上に上記上ガイド層を成長させる第5の工程と、を含むことにより、上記下ガイド層のAlGaAs の酸化を上記下界面保護層が防いで、上記下ガイド層よりも成長温度の低い上記量子井戸活性層を成長させることができ、また、上記量子井戸活性層内の昇温によるPの再蒸発を上記上界面保護層が防いで、上記上ガイド層を成長させることができ、高出力駆動時の信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を製造することができる。

【0020】

また、本発明に係る光ディスク装置は、本発明に記載の半導体レーザ装置を用いており、光ディスク装置に対して、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置であるため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供できる効果がある。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の半導体レーザ装置およびその製造方法および光ディスク装置を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0022】

(第1実施形態)

図1は、本発明に係る半導体レーザ装置の構造の一例を示したものである。この半導体レーザ装置の構造は、半導体基板表面にバッファ層・第1導電型半導体下クラッド層・量子井戸活性層・第2導電型半導体上クラッド層が積層され、上記上クラッド層の一部までがメサストライプ形状を有し、上記ストライプ両側を第1・第2導電型半導体電流ブロック層によって埋め込まれている。

【0023】

図1に示すように、 n -GaAs基板101上に、 n -GaAsバッファ層102、 n -AlGaAs第1下クラッド層103、 n -AlGaAs第2下クラッド層104、AlGaAs下ガイド層105、GaAs下界面保護層106、多重歪量子井戸活性層107、GaAs上界面保護層108、AlGaAs上ガイド層109、 p -AlGaAs第1上クラッド層110および p -GaAsエッチングストップ層111を順次積層している。このエッチングストップ層111上に、メサストライプ形状の p -AlGaAs第2上クラッド層112およびGaAsキャップ層113を設けると共に、上記メサストライプ形状の p -AlGaAs第2上クラッド層112およびGaAsキャップ層113の両側を、 n -AlGaAs第1電流ブロック層115、 n -GaAs第2電流ブロック層116および p -GaAs平坦化層117からなる光・電流狭窄領域で埋め込み、さらに、全面に p -GaAsキャップ層119を設けている。この半導体レーザ装置は、メサストライプ部121aと、そのメサストライプ部121aの両側方のメサストライプ部側方部121bとを有する。

【0024】

次に図2～図4を参照しながら、上記半導体レーザ構造の作製方法を説明する。図2に示すように、(100)面を持つ n -GaAs基板101上に、 n -GaAsバッファ層102(層厚 $0.5\mu\text{m}$)、 n -Al_{0.466}Ga_{0.534}As第1下クラッド層103(層厚 $3.0\mu\text{m}$)、 n -Al_{0.498}Ga_{0.502}As第2下クラッド層104(層厚 $0.18\mu\text{m}$)、Al_{0.433}Ga_{0.567}As下ガイド層105(層厚 70nm)、GaAs下界面保護層106(層厚 10\AA)、In_{0.2111}Ga_{0.7889}A

s 0.6053 P 0.3947 圧縮歪量子井戸層 (歪 0.12%, 層厚 80 Å、2 層) と In 0.0932 Ga 0.9068 As 0.4071 P 0.5929 バリア層 (歪 -1.44%、基板側から層厚 70 Å・50 Å・70 Å の 3 層) を交互に配置してなる多重歪量子井戸活性層 107、GaAs 上界面保護層 108 (層厚 10 Å)、Al 0.433 Ga 0.567 As 上ガイド層 109 (層厚 70 nm)、p-Al 0.4885 Ga 0.5115 As 第 1 上クラッド層 110 (層厚 0.19 μm)、p-GaAs エッチングストップ層 111 (層厚 30 Å)、p-Al 0.4885 Ga 0.5115 As 第 2 上クラッド層 112 (層厚 1.28 μm)、GaAs キャップ層 113 (層厚 0.75 μm) を順次有機金属化学気相成長法にて結晶成長させる。

【0025】

また、上記有機金属化学気相成長法による成長温度は、図 10 の成長温度プロフィールに示すように、上記バッファ層 102 から上記下界面保護層 106 までが 750℃である。そして成長を中断し 680℃まで降温させてから、上記量子井戸活性層 107 から上記上界面保護層 108 までを順次積層する。その後再び成長を中断し 750℃まで昇温させてから、上記上ガイド層 109 から上記キャップ層 113 までを順次積層する。

【0026】

ここで、本発明の半導体レーザ装置の製造方法の各工程に対応するのは、第 1 の成長温度 750℃にて下ガイド層および GaAs からなる下界面保護層を結晶成長させる第 1 の工程と、上記第 1 の工程の後、成長を中断し第 2 の成長温度 680℃まで成長温度を下降させる第 2 の工程と、上記第 2 の工程の後、成長を再開して上記量子井戸活性層 107 と GaAs からなる上界面保護層 108 とを順次成長させる第 3 の工程と、上記第 3 の工程の後、成長を中断し成長温度を第 1 の成長温度 750℃まで上昇させる第 4 の工程と、上記第 4 の工程の後、成長を再開して上界面保護層 108 上に上ガイド層 109 を成長させる第 5 の工程である。

【0027】

さらに、図 2 において、メサストライプ部を形成する部分に、レジストマスク 114 (マスク幅 5.5 μm) をストライプ方向が (011) 方向を持つように写真

工程により作製する。

【0028】

次に、図4に示すように、上記レジストマスク114(図2に示す)以外の部分をエッチングし、メサストライプ部121aを形成する。このエッチングは、硫酸と過酸化水素水の混合水溶液およびフッ酸を用いて二段階で行い、エッチングストップ層111直上まで行う。GaAsはフッ酸によるエッチングレートが非常に遅いということを利用し、エッチング面の平坦化およびメサストライプの幅制御を可能にしている。また、エッチングの深さは $1.95\mu\text{m}$ 、メサストライプの最下部の幅は約 $2.5\mu\text{m}$ である。エッチング後、上記レジストマスク114を除去する。

【0029】

続いて、図4に示すように、 $n\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第1電流ブロック層115(層厚 $1.0\mu\text{m}$)、 $n\text{-GaAs}$ 第2電流ブロック層116(層厚 $0.3\mu\text{m}$)、 $p\text{-GaAs}$ 平坦化層117(層厚 $0.65\mu\text{m}$)を順次有機金属結晶成長させ、光・電流狭窄領域を形成する。

【0030】

その後、図3に示すように、写真工程により、上記メサストライプ部両側121b上にのみレジストマスク118を形成する。続いて、上記メサストライプ部121a上のブロック層をエッチングにより除去する。このエッチングには、アンモニアと過酸化水素水の混合水溶液および硫酸と過酸化水素水の混合水溶液を用いて、二段階でエッチングを行う。

【0031】

その後、上記レジストマスク118を除去し、図1に示す $p\text{-GaAs}$ キャップ層119(層厚 $2.0\mu\text{m}$)を積層する。このようにして、図1に示す構造の半導体レーザ装置を作製することができる。

【0032】

本第1実施形態において、発振波長は 780nm であり、図6に示すように、光出力-電流特性の試験においてCODレベルが 300mW 以上で安定な動作を確認すると共に、図7に示すように、 70°C 、 230mW パルスの信頼性試験に

において5000時間以上の安定な動作を確認した。このようにして本発明者は、GaAs基板上にてInGaAsP系の量子井戸活性層を用いた半導体レーザ装置の研究を進め、AlGaAs系に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができた。また、今回更に高出力駆動時の半導体レーザ装置の寿命や信頼性を向上すべく、ガイド層にAlGaAsを用い、かつバリア層のInGaAsPの界面において、それぞれの成長温度の違いから成長の中断に起因すると考えられる界面の結晶性の悪化による長期劣化に対して、界面保護層を設けることにより特性の向上を実現した。詳しくは、本第1実施形態のように、上記下AlGaAsガイド層および上記GaAs下界面保護層を積層した後に成長中断し、成長温度を下げて成長再開後は上記GaAs下界面保護層上にバリア層を積層し、先述の界面の影響がバリア層とは解離されるために、特性の向上につながったと考えられる。また、上記GaAs上界面保護層をバリア層と上ガイド層の間に設けることも、同様に特性の向上につながったと考えられる。なお、図7においてI_{op}とは、70℃における半導体レーザ装置の出力が230mWのときの電流値である。また、比較例として界面保護層なしとして同じ条件で信頼性試験を行った結果、図7の上側に示すように短時間で端面破壊が生じた。

【0033】

また、本第1実施形態において、上記界面保護層の厚さが30Åを越えると光を吸収してしまい半導体レーザ装置の特性が悪化する傾向にあるので、30Å以下であれば、上記と同様な特性向上の効果が得られる。

【0034】

また、本第1実施形態において、上記ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にはAlGaAsは隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリアのオーバーフローはAlGaAsのコンダクションバンド(伝導帯)下端のエネルギー準位E_cおよびバレンスバンド(価電子帯)上端のエネルギー準位E_vにより十分に抑制する効果を得ることができる。通常高信頼性を得るためにAlフリーの半導体レーザ装置を作る場合、ガイド層、クラッド層までInGaPなどで全てAlフリーとする。しかし、本第1実施形態では、発振波長780nm帯のInGaAsPからなる井戸層に対するコンダクション

バンドのエネルギー差(ΔE_c)、バレンスバンドのエネルギー差(ΔE_v)がバランスよく得られるAl混晶比が0.2より大きいAlGaAsを、ガイド層として設けている。

【0035】

図9にガイド層のAl混晶比に対する特性温度(T_o)の関係を示すグラフを示す。図9に示すように、ガイド層のAl混晶比が0.2よりも大きいAlGaAsの場合に温度特性が向上していることが確認されており、十分高い信頼性を得ることができる。

【0036】

また、本第1実施形態において、上述の通りGaAs基板上のInGaAsPからなる圧縮歪井戸層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に780nm帯において信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現され、高信頼性の高出力半導体レーザ装置が得られる。また、上記圧縮歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。ここでいう歪量とは、GaAs基板の格子定数を a_{GaAs} 、井戸層の格子定数を a_1 とすると、

$$(a_1 - a_{GaAs}) / a_{GaAs}$$

で表される。この値が正であれば圧縮歪、負であれば引っ張り歪と呼ばれる。図8に井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性(70℃、230mW)を示すグラフを示しており、圧縮歪量が3.5%を越えると信頼性が悪化しているのが分かる。これは、圧縮歪量が大き過ぎて井戸層の結晶性が悪くなっているためと考えられる。

【0037】

また、本第1実施形態において、InGaAsPからなる引張歪バリア層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているので、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置を実現できる。また、上記引張歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られた。

【0038】

また、上記第1実施形態では、埋込リッジ構造としたが、これに限るものではない。リッジ構造、内部ストライプ構造、埋込ヘテロ構造など、あらゆる構造に対して同様の効果が得られる。また、本第1実施形態では、n型基板を用いたが、p型基板を用い、上記第1実施形態のn型、p型を入れ替えても、同様の効果は得られる。また、波長は780 nmとしたが、これに限るものではない。760 nmより大きく800 nmより小さいいわゆる780 nm帯であれば同様の効果が得られる。

【0039】

また、上記第1実施形態では、p-GaAs キャップ層119はおよそ2 μ m としているが、およそ50 μ mと厚く積層してもよい。また、成長温度を750℃および680℃としているが、この温度に限るものではない。すなわち、成長中断界面にGaAsからなる界面保護層を設けることで、複数の異なる材料系で構成される層を含む半導体レーザ装置構造を結晶成長するときに、それぞれの材料ごとに良好な結晶が得られるように結晶成長温度を最適化し、その最適温度で結晶成長することができる。

【0040】

(第2実施形態)

本第2実施形態は、第1実施形態に記載されている半導体レーザ装置と同じ構造をもつが、結晶成長させるときに、一定温度にて成長させている。図1は本第2実施形態の半導体レーザ装置の図も兼ねる。

【0041】

本第2実施形態の半導体レーザ装置において、発振波長は780 nmであり、図7に示すように、85℃、200 mWパルスの信頼性試験において5000時間以上の安定な動作を確認した。

【0042】

本第2実施形態において、720℃にてすべての半導体層が成長されているので、第1実施形態とは異なり成長中断がない。すなわち、成長中断中に生じると考えられるAlGaAsの酸化や、また同じく成長中断中に生じると考えられるPの再蒸発が、成長中断そのものがないために抑えられると考えられる。さらに

、異なる材料系からなる層の界面で温度が変わらないために界面での材料系の急峻性をより向上するために、GaAsによる界面保護層を設けることで、高出力駆動時の信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を製造することができる。

【0043】

(第3実施形態)

図11は、本発明に係る半導体レーザ装置を用いた光ディスク装置の構造の一例を示したものである。これは光ディスク401にデータを書き込んだり、書き込まれたデータを再生するためのものであり、そのときに用いられる発光素子として、先に説明した本発明第1実施形態の半導体レーザ装置402を備えている。

【0044】

この光ディスク装置についてさらに詳しく説明する。書き込みのときは、半導体レーザ装置402から出射された信号光がコリメートレンズ403により平行光とされ、ビームスプリッタ404を透過して $\lambda/4$ 偏光板405で偏光状態が調節された後、対物レンズ406で集光され光ディスク401に照射される。読み出し時には、データ信号がのっていないレーザ光が書き込み時と同じ経路をたどって光ディスク401に照射される。このレーザ光がデータの記録された光ディスク401の表面で反射され、レーザ光照射用対物レンズ406、 $\lambda/4$ 偏光板405を経た後、ビームスプリッタ404で反射されて 90° 角度を変えた後、再生光用対物レンズ407で集光され、信号検出用受光素子408に入射する。信号検出用受光素子408内で入射したレーザ光の強弱によって記録されたデータ信号が電気信号に変換され、信号光再生回路409において元の信号に再生される。

【0045】

本第3実施形態の光ディスク装置は、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置を用いているため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

【0046】

なお、ここでは本発明の半導体レーザ装置を記録再生型の光ディスク装置に適用した例について説明したが、同じ波長780nm帯を用いる光ディスク記録装置、光ディスク再生装置にも適用可能であることはいうまでもない。

【0047】

なお、本発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、例えば井戸層・バリア層の層厚や層数など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0048】

【発明の効果】

以上より明らかなように、この発明の半導体レーザ装置によれば、GaAs基板上に、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数のバリア層を有する量子井戸活性層、上ガイド層が少なくとも積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層と上記上ガイド層との間または上記量子井戸活性層と上記下ガイド層との間の少なくとも一方に界面保護層が設けられていることにより、上記量子井戸活性層と上記上ガイド層あるいは上記下ガイド層もしくはその両方の界面が急峻になるとともに、結晶のエピタキシー成長が良好になるため、高出力駆動時の信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を実現することができる。

【0049】

また、本発明の半導体レーザ装置の製造方法によれば、GaAs基板上に、少なくともAlGaAsからなる下ガイド層、GaAsからなる下界面保護層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数のバリア層を有する量子井戸活性層、GaAsからなる上界面保護層、AlGaAsからなる上ガイド層を有する半導体レーザ装置の製造方法において、第1の成長温度にて上記下ガイド層およびGaAsからなる下界面保護層を結晶成長させる第1の工程と、上記第1の工程の後、成長を中断し第2の成長温度まで成長温度を下降させる第2の工程と、上記第2の工程の後、成長を再開して上記量子井戸活性層とGaA

s からなる上界面保護層とを順次成長させる第 3 の工程と、上記第 3 の工程の後、成長を中断し成長温度をほぼ上記第 1 の成長温度まで上昇させる第 4 の工程と、上記第 4 の工程の後、成長を再開して上記界面保護層上に上記上ガイド層を成長させる第 5 の工程と、を含むことにより、上記下ガイド層の AlGaAs の酸化を上記下界面保護層が防いで、上記下ガイド層よりも成長温度の低い上記量子井戸活性層を成長させることができ、また、上記量子井戸活性層内の昇温による P の再蒸発を上記上界面保護層が防いで、上記上ガイド層を成長させることができ、高出力駆動時の信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置を製造することができる。

【0050】

また、本発明の光ディスク装置によれば、高い光出力で動作する上記半導体レーザ装置を光ディスク装置に用いることによって、従来よりも半導体レーザ装置であるため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施形態に係る半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図 2】 上記半導体レーザ装置の第 1 回結晶成長マスクプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図 3】 上記半導体レーザ装置のメサストライプ形成エッチングプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図 4】 上記半導体レーザ装置の電流ブロック層埋め込み結晶成長プロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図 5】 上記半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図 6】 従来および本発明に係る半導体レーザ装置の光出力－電流特性を示すグラフである。

【図 7】 界面保護層の有無による半導体レーザ装置の信頼性の違いを示すグラフである。

【図 8】 井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

【図 9】 上記半導体レーザ装置のガイド層の Al 混晶比に対する温度特性の関係を示すグラフである。

【図 10】 本発明の第 1 実施形態に係る半導体レーザ装置の成長温度プロフィール図である。

【図 11】 本発明の第 3 実施形態に係る光ディスク装置の概略図である。

【図 12】 従来の半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

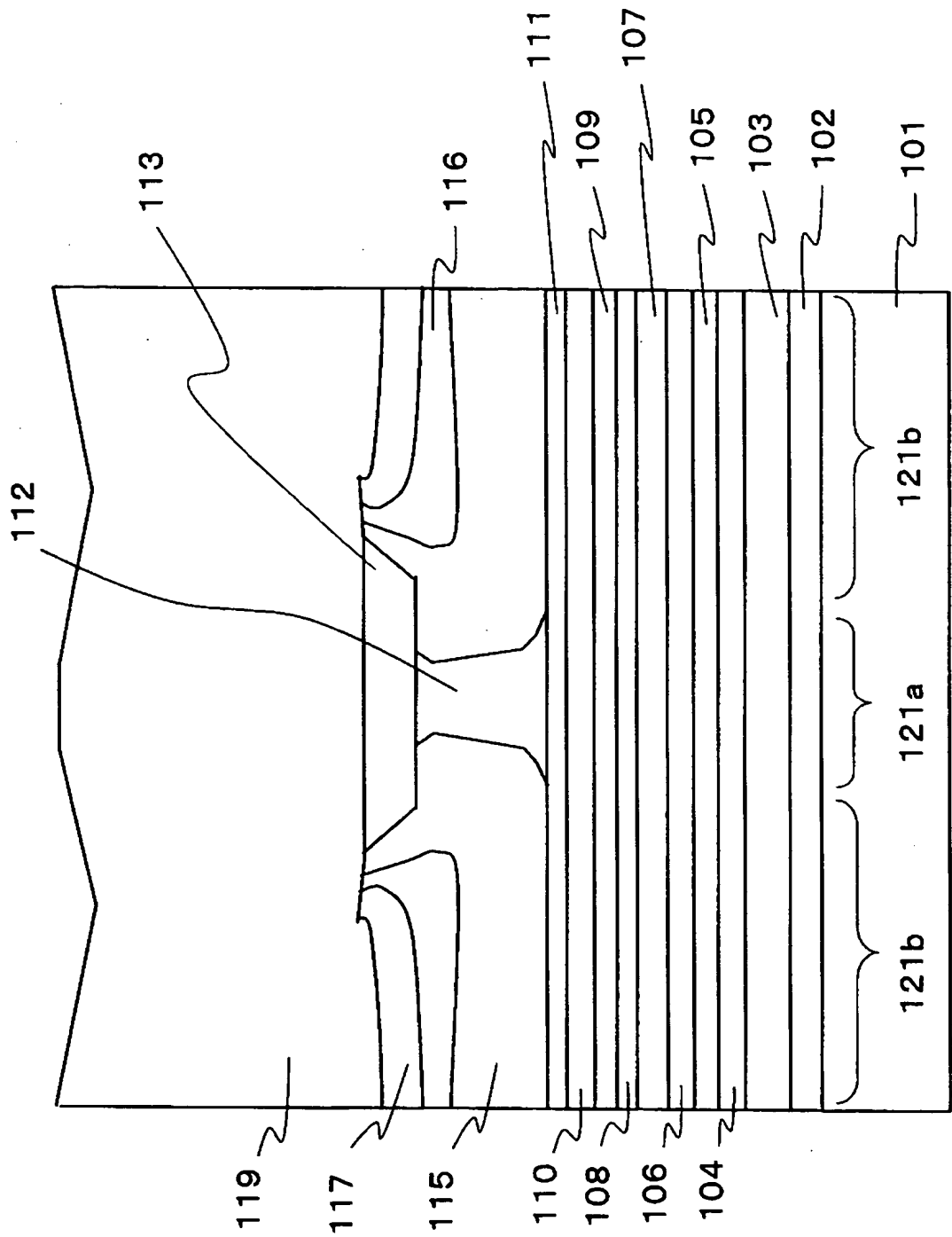
【符号の説明】

- 101 基板
- 102 バッファ層
- 103 下クラッド層
- 104 下クラッド層
- 105 下ガイド層
- 106 下界面保護層
- 107 多重歪量子井戸活性層
- 108 上界面保護層
- 109 上ガイド層
- 110 上クラッド層
- 111 エッチングストップ層
- 112 上クラッド層
- 113 キャップ層
- 114 レジストマスク
- 115 電流ブロック層
- 116 電流ブロック層
- 117 平坦化層

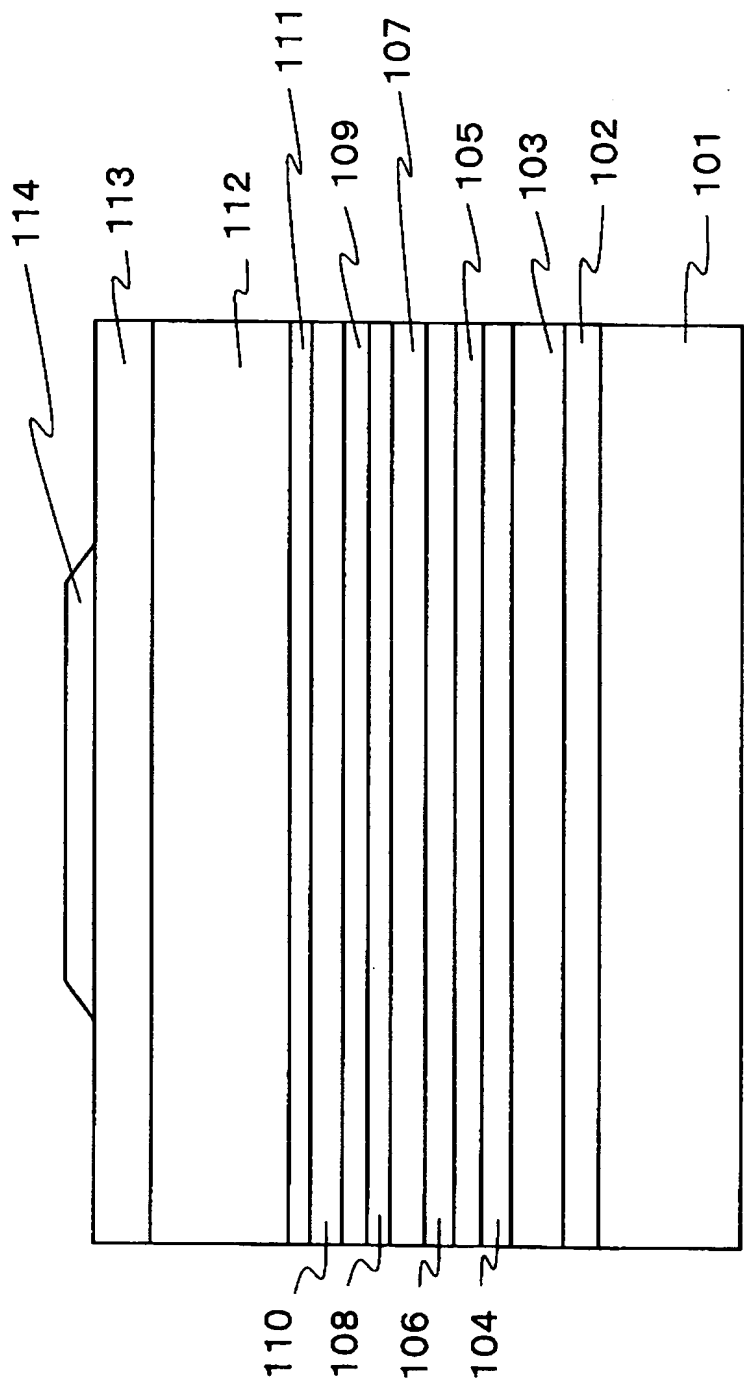
- 1 1 8 レジストマスク
- 1 1 9 キャップ層
- 1 2 1 a メサストライプ部
- 1 2 1 b メサストライプ部両側
- 4 0 1 光ディスク
- 4 0 2 半導体レーザ装置
- 4 0 3 コリメートレンズ
- 4 0 4 ビームスプリッタ
- 4 0 5 偏光板
- 4 0 6 レーザ光照射用対物レンズ
- 4 0 7 再生光用対物レンズ
- 4 0 8 信号検出用受光素子
- 4 0 9 信号光再生回路
- 5 0 1 基板
- 5 0 2 バッファ層
- 5 0 3 下クラッド層
- 5 0 4 下ガイド層
- 5 0 5 多重量子井戸活性層
- 5 0 6 上ガイド層
- 5 0 7 第1上クラッド層
- 5 0 8 エッチストップ層
- 5 0 9 第2上クラッド層
- 5 1 0 キャップ層
- 5 1 1 電流ブロック層
- 5 1 2 電流ブロック層
- 5 1 3 平坦化層
- 5 1 4 コンタクト層

【書類名】 図面

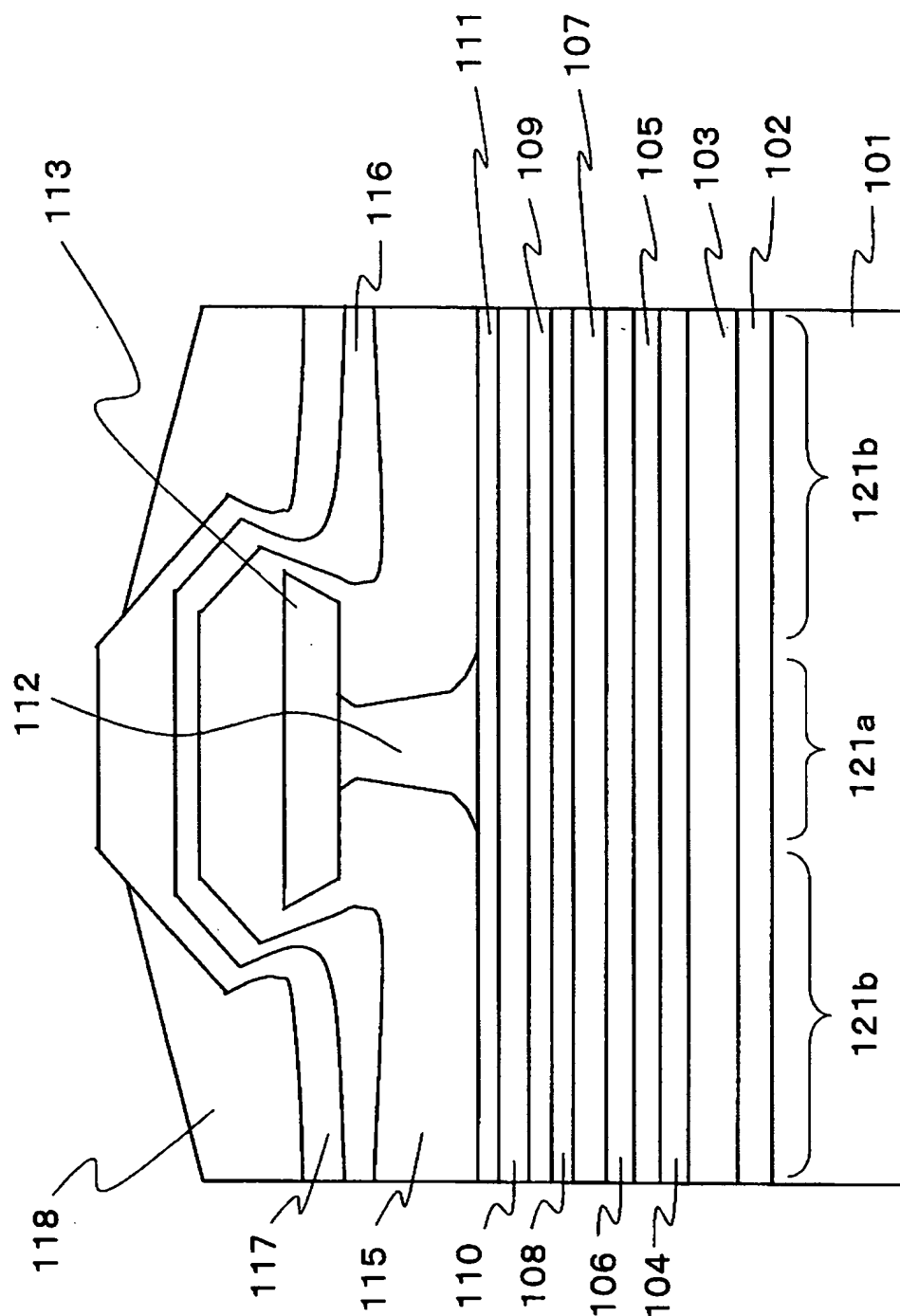
【図 1】



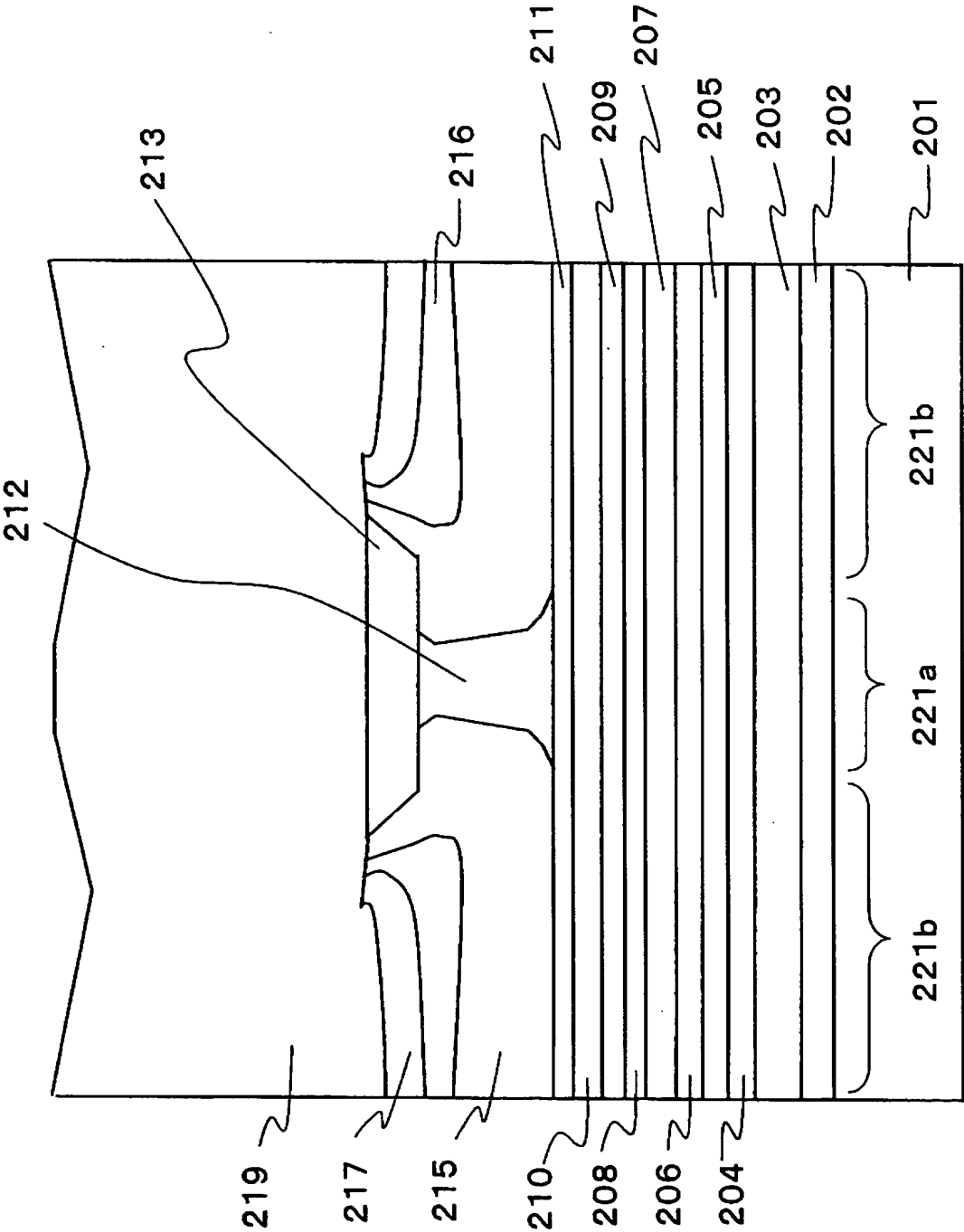
【図 2】



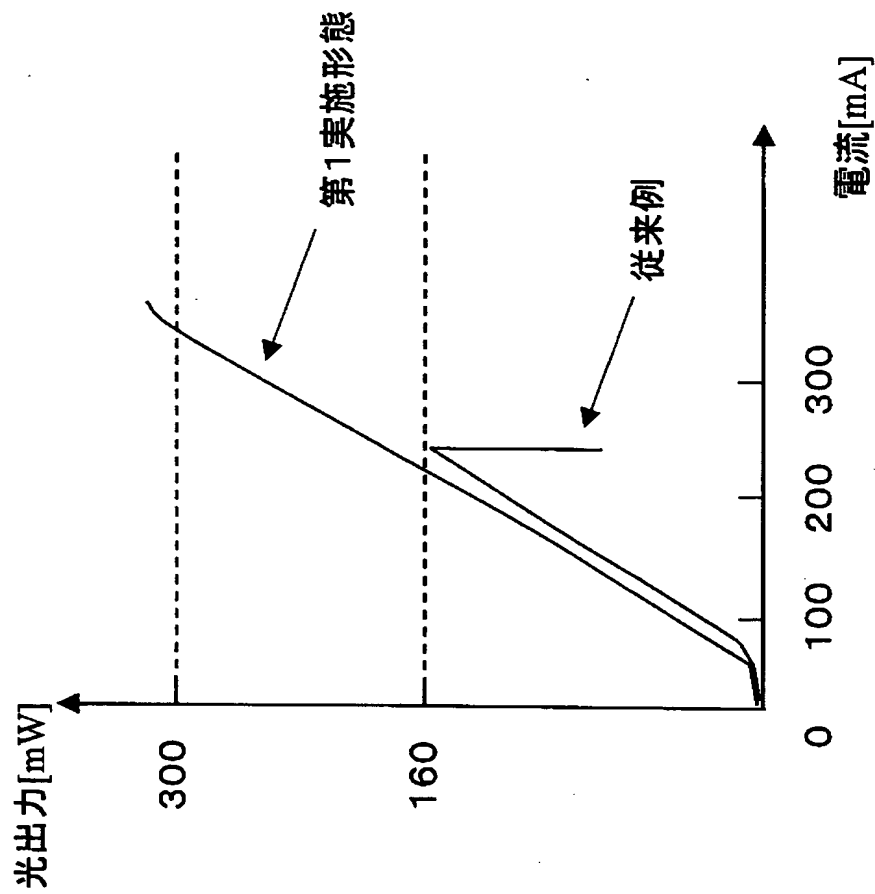
【図 4】



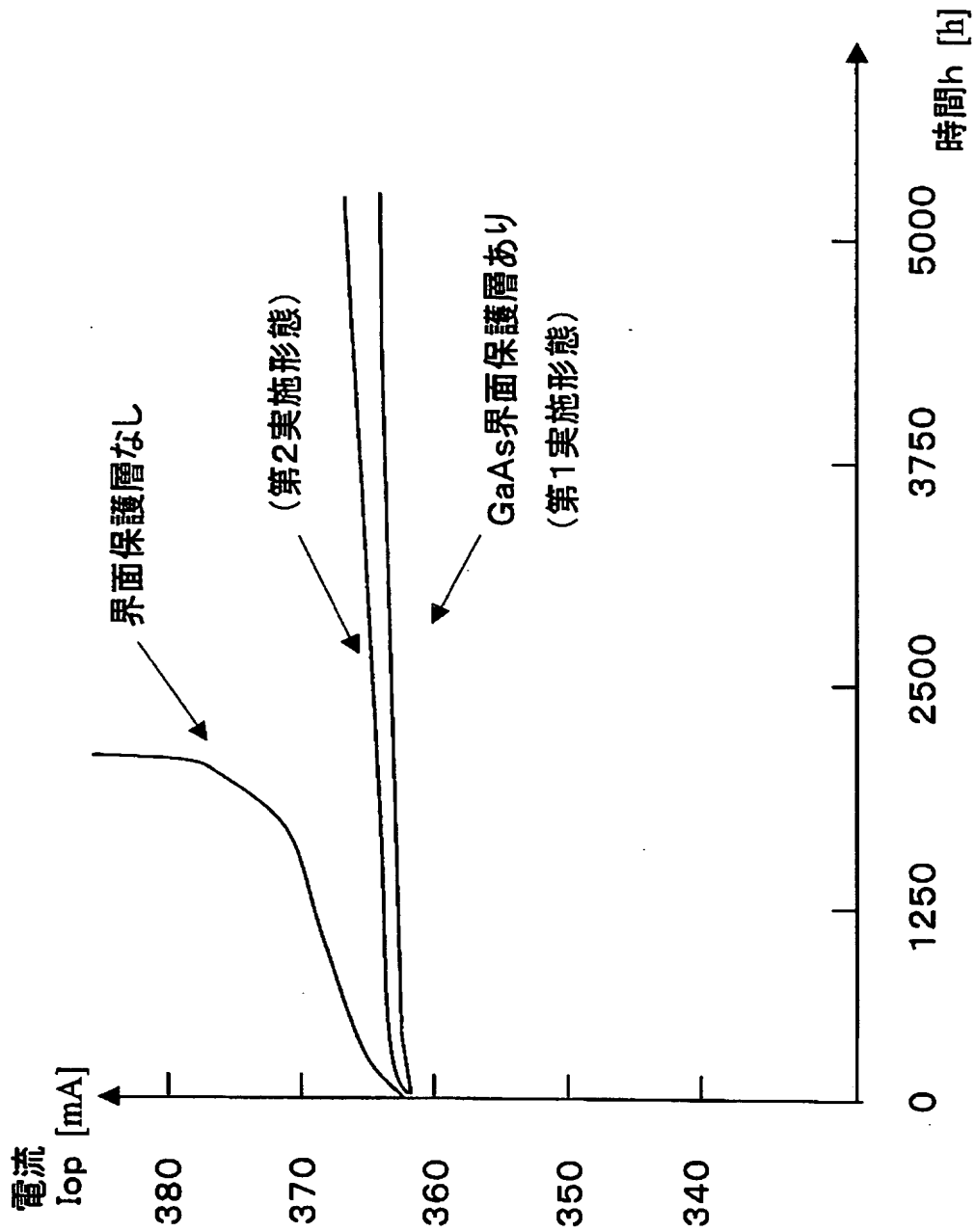
【図 5】



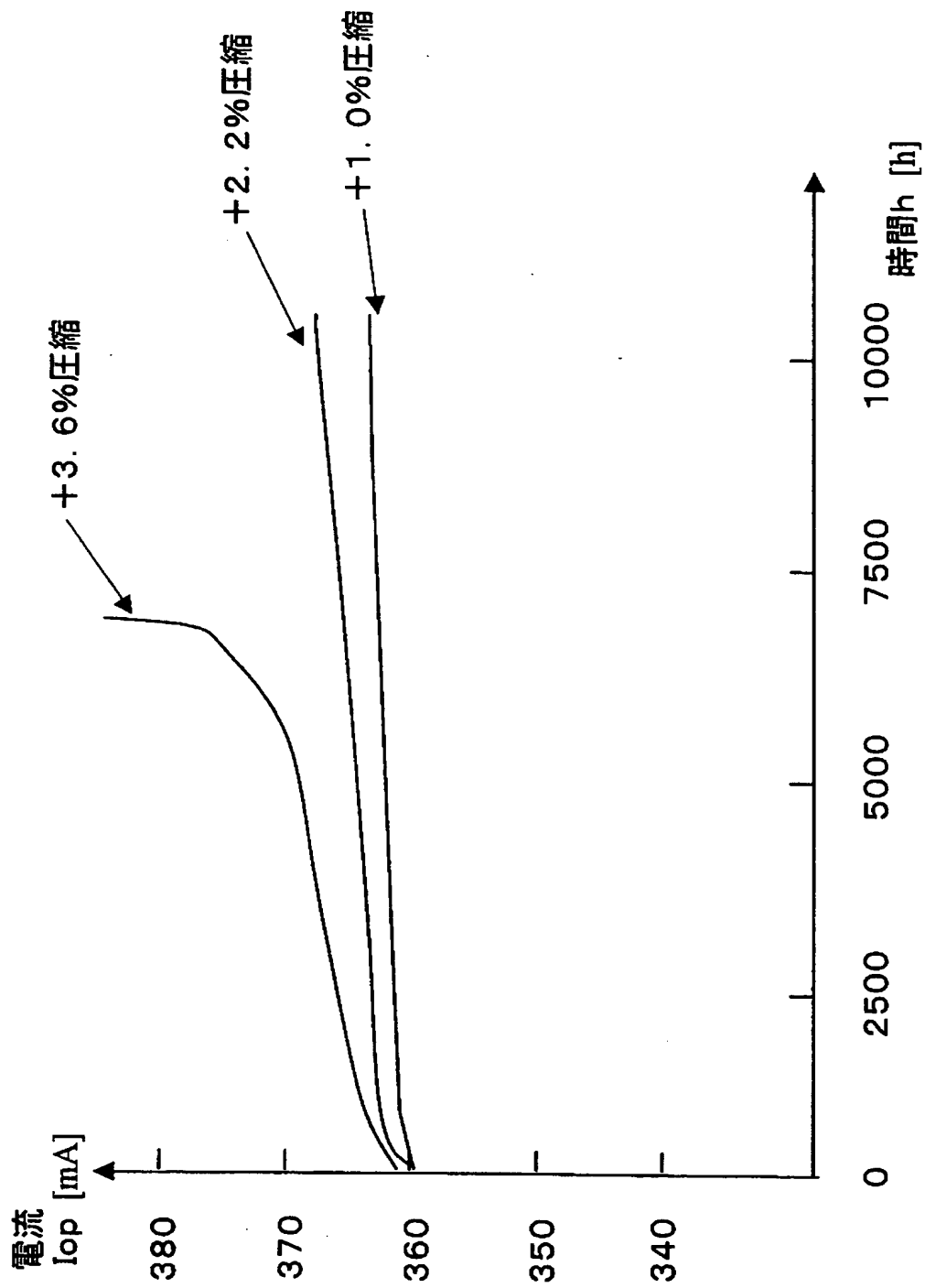
【図 6】



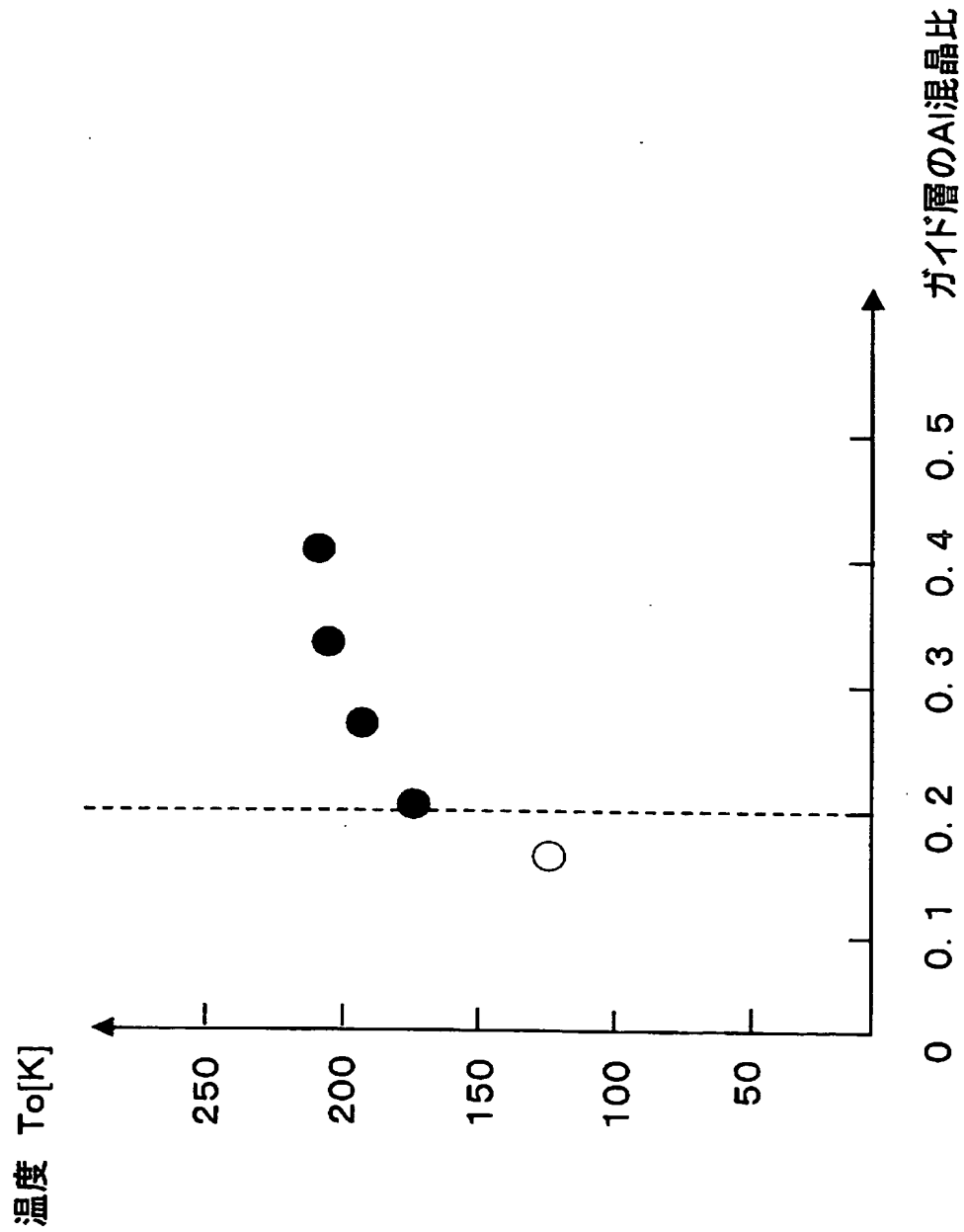
【図 7】



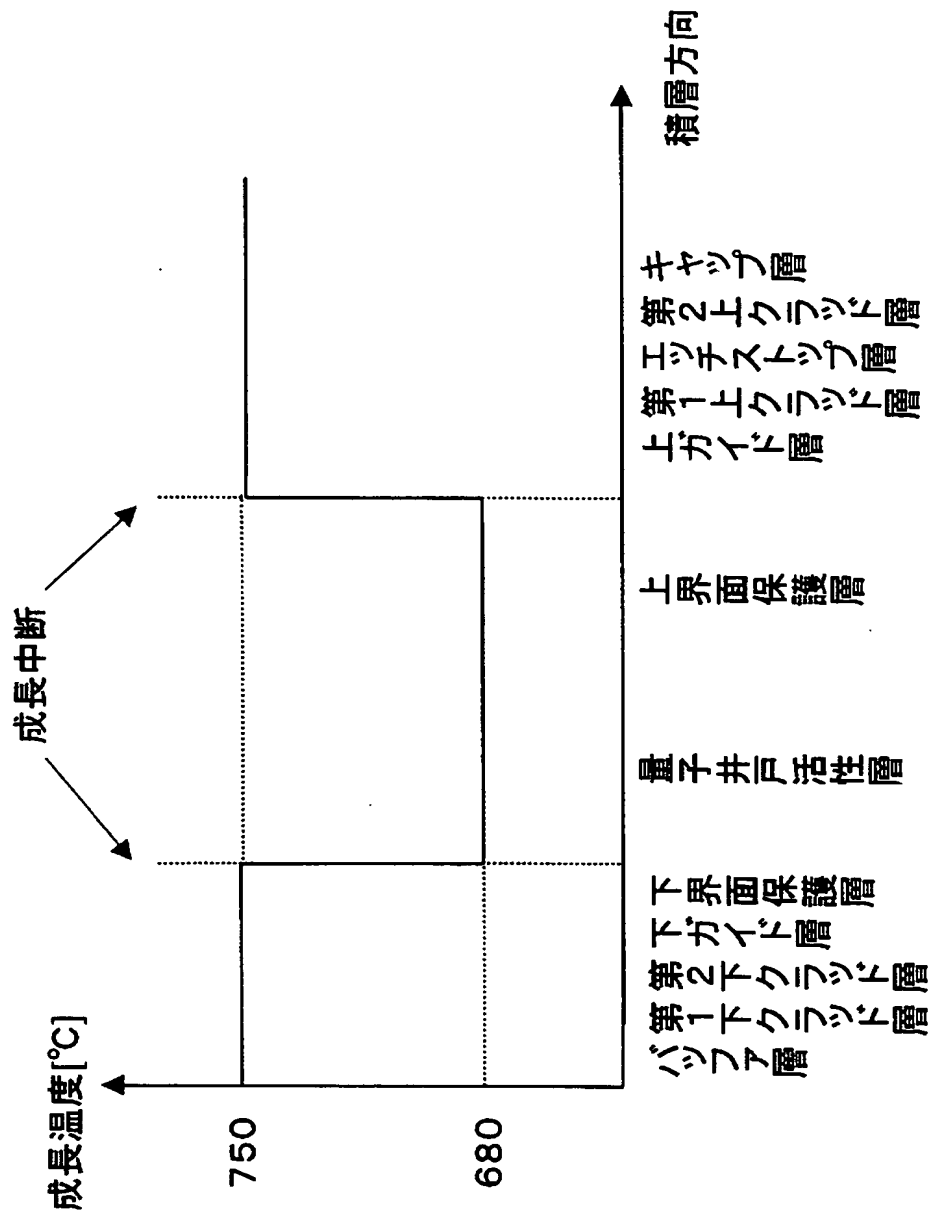
【図 8】



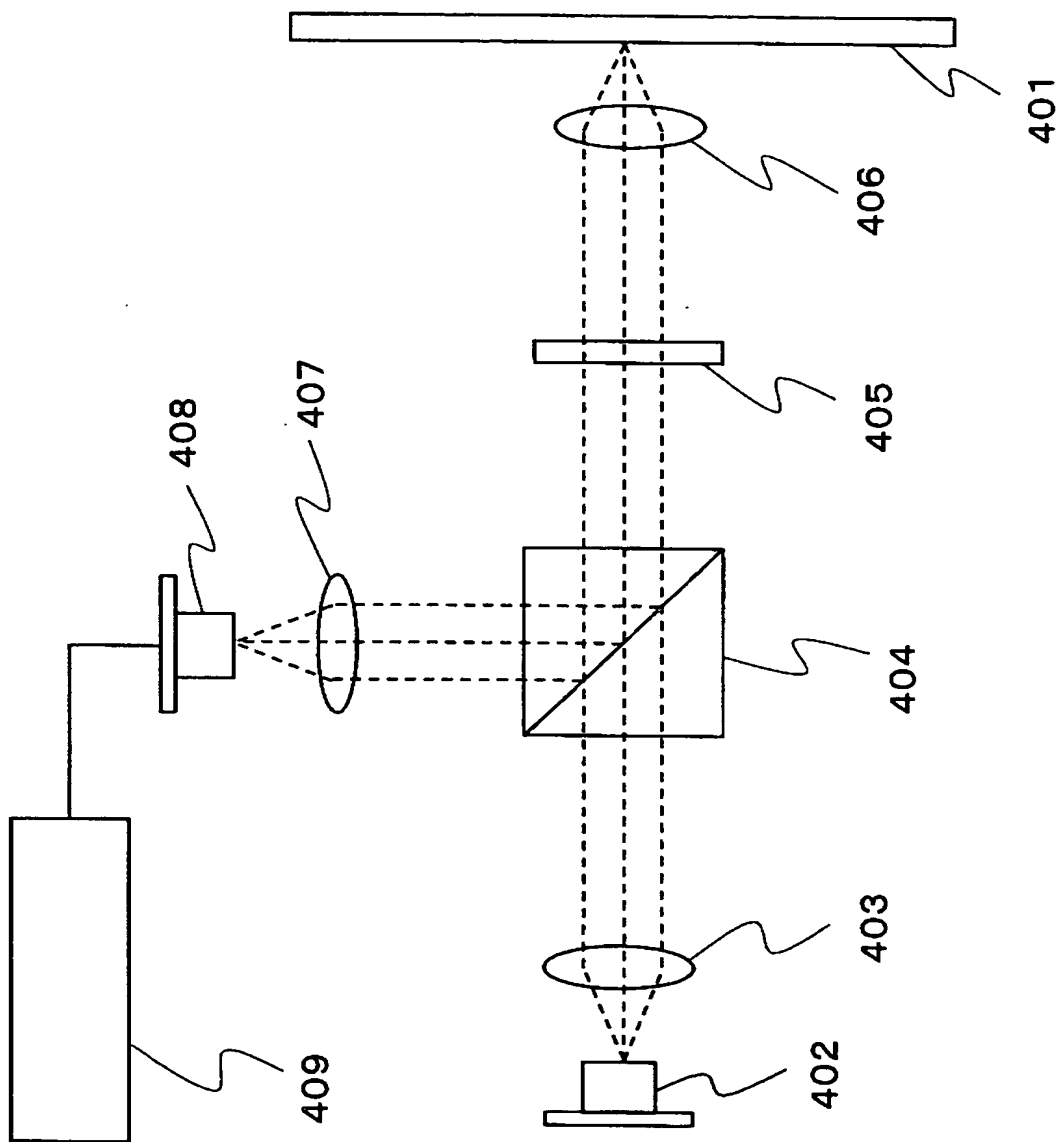
【図 9】



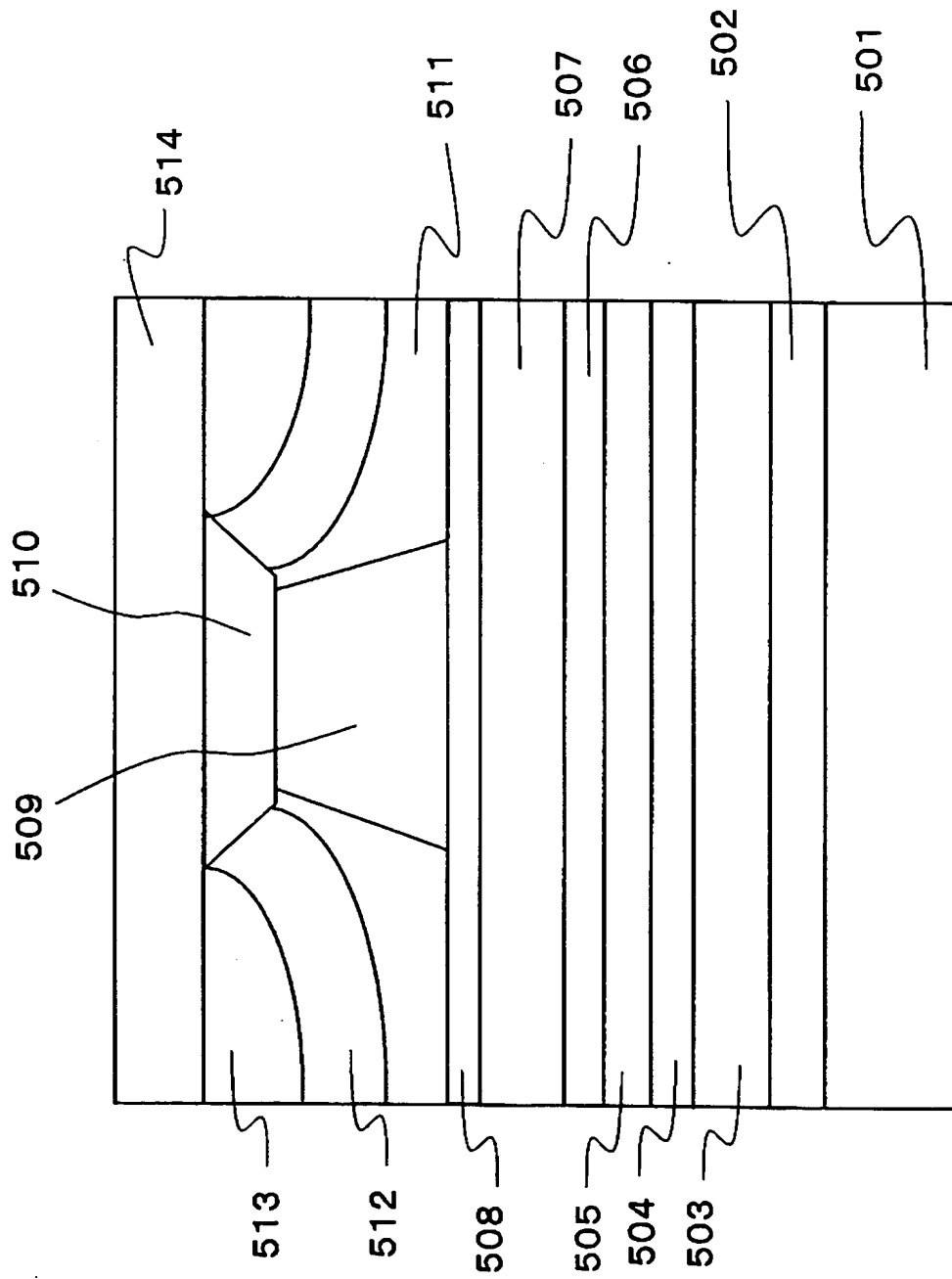
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置であって、n型のGaAs基板101上に、n型の第1,第2下クラッド層103,104、下ガイド層105、GaAs下界面保護層106、InGaAsP多重歪量子井戸活性層107、GaAs上界面保護層108、上ガイド層109、p型の上クラッド層110を順次積層する。上記量子井戸活性層107と上ガイド層109との間および量子井戸活性層107と下ガイド層105との間の界面が急峻になるとともに、結晶のエピタキシー成長が良好になる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 8 5 1 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

大 阪 府 大 阪 市 阿 倍 野 区 長 池 町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社